

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06164939 A**

(43) Date of publication of application: **10.06.94**

(51) Int. Cl.

H04N 1/41
G06F 15/66
H03M 7/30
H04N 7/133

(21) Application number: **04305455**

(22) Date of filing: **16.11.92**

(71) Applicant: **FUJI XEROX CO LTD**

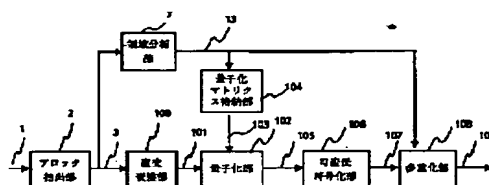
(72) Inventor:
SUZUKI KAZUHIRO
KOSHI YUTAKA
KUNITAKE SETSU
KIMURA SHUNICHI
UESAWA ISAO

(54) **ENCODER FOR PICTURE SIGNAL**

(57) Abstract:

PURPOSE: To realize the adaptive encoding with a high efficiency and less in picture quality deterioration by employing the waveform analysis method in a picture element space analyzing a waveform of each input block based on a direction of a gradation change and a characteristic in the amplitude direction.

CONSTITUTION: A picture signal is divided into an input block comprising $m \times n$ picture elements by a block extract section 2 and an orthogonal transformation section 100 applies orthogonal transformation to the input block to obtain a transformation coefficient. An area analysis section 7 analyzes a waveform of the input block. A quantization matrix storage section 104 stores plural sets of quantization matrices suitable for each waveform in advance and a corresponding quantization matrix is read in response to the result of analysis of waveform by an area analysis section 7. A quantization section 102 quantizes the transformation coefficient with a quantization matrix read from the quantization matrix storage section 104 to obtain a quantization coefficient. A variable length coding means 106 applies variable length encoding to the quantization coefficient and a multiplexer section 108 multiplexes the encoding result to obtain code data.



COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-164939

(43)公開日 平成 6年(1994) 6月10日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 1/41		B 9070-5C		
G 0 6 F 15/66	3 3 0	H 8420-5L		
H 0 3 M 7/30		A 8522-5J		
H 0 4 N 7/133		Z		

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全 17 頁)

(21)出願番号	特願平4-305455	(71)出願人	000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂三丁目 3 番 5 号
(22)出願日	平成 4 年(1992)11月16日	(72)発明者	鈴木 一弘 神奈川県海老名市本郷2274番地富士ゼロックス株式会社内
		(72)発明者	越 裕 神奈川県海老名市本郷2274番地富士ゼロックス株式会社内
		(72)発明者	國武 節 神奈川県海老名市本郷2274番地富士ゼロックス株式会社内
		(74)代理人	弁理士 小堀 益

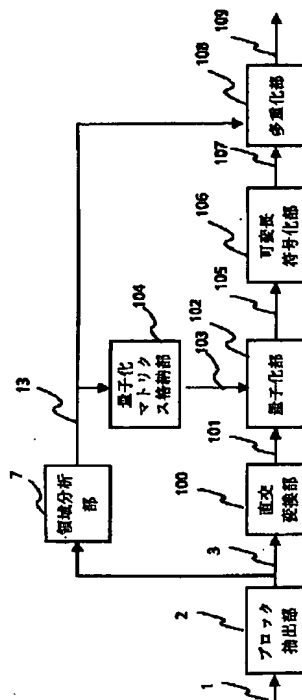
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像信号の符号化装置

(57)【要約】

【目的】 入力ブロックごとの波形を階調変化の方向と振幅方向の特徴から分析する画素空間での波形分析手法を用いることにより効率が高く且つ画質の劣化が少ない適応符号化を実現すること。

【構成】 画像信号をブロック抽出部 2 で $m \times n$ 画素の入力ブロックに分割し、直交変換部 100 で入力ブロックに直交変換を施し変換係数を得る。領域分析部 7 は、入力ブロックの波形を分析する。量子化マトリクス格納部 104 には、予め各波形に適した複数組の量子化マトリクスが格納されており、領域分析部 7 での波形の分析結果に応じて対応する量子化マトリクスが読み出される。量子化部 102 では、変換係数を量子化マトリクス格納部 104 から読み出した量子化マトリクスで量子化して量子化係数を得る。可変長符号化手段 106 で、量子化係数を可変長符号化し、多重化部 108 で、符号化結果を多重化して符号データを得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像信号を複数の画素から成る $m \times n$ 画素 (m, n は正整数)の入力ブロックに分割するブロック抽出手段と、前記入力ブロックに直交変換を施して変換係数を得る直交変換手段と、量子化の特性を記憶する量子化特性格納手段と、前記変換係数を前記量子化特性格納手段に記憶した特性で量子化して量子化係数を得る量子化手段と、前記量子化係数を可変長符号化する符号化手段と、可変長符号化の結果を多重化して符号データを得る多重化手段を備えた画像信号の符号化装置において、前記入力ブロックの波形を分析する波形分析手段を備え、波形の分析結果に基づいて前記量子化特性格納手段の量子化特性を切り替えることを特徴とする画像信号の符号化装置。

【請求項2】 前記波形分析手段が、前記入力ブロック内の各画素から平均値を減算する平均値分離手段と、前記平均値分離手段によって得られる平均値分離ブロックの階調変化の方向の特徴量を分析する第1の分析手段と、前記平均値分離ブロックの振幅方向の特徴量を分析する第2の分析手段と、前記第1の分析手段の分析結果と第2の分析手段の分析結果に基づいて前記入力ブロックの波形の特徴を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする請求項1に記載の画像信号の符号化装置。

【請求項3】 前記第1の分析手段が、予め求めた $m \times n$ 画素 (m, n は正整数)、あるいは、その正整数比 j (j は正整数)で分割した画素からなる複数の代表形状のブロックの組のそれぞれと前記平均値分離ブロックとの近似度を求め、最も近似度の高い代表形状ブロックのインデックス、あるいは、 j 個に分割されたブロックごとの最も近似度の高い代表形状のブロックのインデックスの組を前記入力ブロックの階調変化の方向の第1の特徴量として出力し、少なくとも前記インデックス、あるいは得られた j 個のインデックスの組が互いに一致する比率を前記平均値分離ブロックの形状の複雑度を示すパラメータとし、この複雑度を前記階調変化の方向の第2の特徴量として出力するものである請求項2に記載の画像信号の符号化装置。

【請求項4】 前記第2の分析手段が、前記平均値分離ブロック内の各画素値の二乗平均値、あるいは、絶対値を平均した値を前記入力ブロックの分散値とし、この分

* 散値を1種以上の閾値と比較した結果を前記振幅方向の第1の特徴量として出力し、前記平均値分離ブロック内の各画素値の累積頻度分布を求め、この累積頻度分布の形状をあらかじめ設定した単一あるいは複数の正規化された分布を前記分散値に対応して補正したのち比較し、一致したあるいは最も近い分布のインデックスを前記振幅方向の第2の特徴量として出力するものである請求項2に記載の画像信号の符号化装置。

【請求項5】 前記第2の分析手段が、前記平均値分離ブロック内の最大値と最小値を検出し、最大値と最小値の比率を計算し、この比率を1種以上の閾値と比較した結果を前記振幅方向の第3の特徴量として出力するものである請求項2に記載の画像信号の符号化装置。

【請求項6】 前記量子化特性格納手段に記憶される量子化特性が、前記波形分析手段による分析結果に応じて画像を複数の部分画像に分割し、それぞれの部分画像に対して直交変換を施して得られる変換係数の分散、または標準偏差に基づいて決定されることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の画像信号の符号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、画像信号の符号化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】画像信号の符号化方式として、ファクシミリの標準方式の一つであるJPEG方式 (ISO-IEC/CD 10918-1, "Digital Compression and Coding of Continuous-tone Still Images Part 1 Requirement and guideline" 参照)で採用されているような、直交変換の一種である離散コサイン変換 (Discrete Cosine Transform)に基づく手法が知られている。例えば、8次の2次元離散コサイン変換の変換は、(1)式で与えられ、逆変換は(2)式となる。

【0003】

【数1】

* 40

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 f(i, j) \cdot \cos \left[\frac{(2i+1) u \pi}{16} \right] \cos \left[\frac{(2j+1) v \pi}{16} \right] \quad \dots \quad (1)$$

$$f(i, j) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v) F(u, v) \cdot \cos \left[\frac{(2i+1) u \pi}{16} \right] \cos \left[\frac{(2j+1) v \pi}{16} \right] \quad \dots \quad (2)$$

ここで、

$$C(w) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & w=0 \\ 1 & w=1, 2, \dots, 7 \end{cases} \quad \dots \quad (3)$$

また、 $f(i, j)$ は、画素ブロックの各要素を表し、 i, j は要素の位置を表す。 $F(u, v)$ は、変換係数の各要素を表し、 u, v は要素の位置を表す。

【0004】人物、風景等の自然画像と呼ばれる画像信号では、隣接する画素どうしが近い画素値をとる傾向があり、相関性の高いことが知られている。このような相関性の高い信号は、周波数軸上で見ると、ある特定の周波数成分に信号電力が集中的に分布していることを意味する。この信号電力が集中して分布する成分の係数のみを符号化すれば、全体としての情報量削減が可能となる。自然画像の場合には、離散コサイン変換を行うことにより、大部分の信号電力が低周波領域に集中する。

【0005】以下、図10によって従来例の構成について説明する。

【0006】図において、1は入力画像、3はブロック抽出部2によって入力画像より切り出された入力ブロック、101は直交変換部100によって入力ブロック3に(1)式に示す離散コサイン変換を施して得られる変換係数、103は量子化マトリクス格納部104に格納された量子化マトリクス、105は量子化部102によって変換係数101を量子化マトリクス103で量子化することによって得られる量子化係数、107は量子化係数105を可変長符号化して得られる可変長符号、109は可変長符号107を多重化した符号データである。また、2は入力画像1から画素の矩形領域である入

$$C(u, v) = (F(u, v) + (Q(u, v)/2)) / Q(u, v)$$

$$C(u, v) = (F(u, v) - (Q(u, v)/2)) / Q(u, v)$$

ここで、 $F(u, v)$ 、 $Q(u, v)$ は、それぞれ変換係数、量子化マトリクスの各要素を表す。 u, v は要素の位置を表す。図13に量子化マトリクス103の例を示す。以下、係数位置ごとのそれぞれの値を量子化ステップ値と呼ぶ。

【0012】量子化マトリクス103は、量子化マトリ

※力ブロック3を抽出するブロック抽出部、100は入力ブロック3に対して離散コサイン変換を施す直交変換部、104は量子化マトリクスを記憶する量子化マトリクス格納部、102は変換係数101に対して量子化マトリクス103を用いて量子化を行う量子化部、106は量子化係数106を可変長符号化する可変長符号化部、108は可変長符号107を多重化して符号データ109を構成する多重化部である。

【0007】以下、図10に基づいて動作を説明する。

【0008】ブロック抽出部2では、図11に示すように入力画像1から、画素の矩形領域である入力ブロック3が抽出される。図は8×8画素の領域の場合であり、以下実施例では、8×8画素のサイズについて説明する。

【0009】続いて直交変換部100においては、入力ブロック3に対して(1)式に示した離散コサイン変換が施される。離散コサイン変換の結果、変換係数101は8×8のサイズのマトリクスとして得られる。この時、変換係数101は図12のようにマトリクス内をジグザグに走査した一次元の係数列として出力される。

【0010】量子化部102における量子化処理は、変換係数101と量子化マトリクス格納部104に格納された量子化マトリクス103を用いて行われる。量子化は次式で定義される丸め処理である。

【0011】

$$F(u, v) \geq 0 \quad \dots \quad (4)$$

$$F(u, v) < 0 \quad \dots \quad (5)$$

★クス格納部104に、図12に示すジグザグスキャンの順に格納される。これにより、量子化部102においては、ジグザグスキャンの順に、変換係数101と対応する位置の量子化ステップ値が読み込まれ、(4)、(5)式の量子化処理が順次実行される。

【0013】従来例においては、画質、符号化効率、量子

子化処理によって決定される。符号化における情報削減効果は、変換係数のビット精度の低減によって実現される。通常は、変換係数の電力分布には偏りがあるため、電力の集中する係数のビット精度を高く、電力の集中しない係数のビット精度を粗く設定することによって、再現画質と符号化効率の両立を計っている。図13に示す量子化マトリクスでは、低周波成分の係数には多くのビットが、高周波成分の係数には少ないビットが配分される設定となっている。

【0014】しかしながら、上記したJPEG方式においては、入力される画像の波形を分析する手法を持たず、また、一つの画像（カラー画像の場合は、色成分ごと）に対して1種類の量子化特性しか用いることができ *

$$b(u, v) = \theta + \frac{1}{2} \log_2 \sigma(u, v)^2 - \frac{1}{2 \times 8 \times 8} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 \log_2 \sigma(u, v)^2 \dots \dots (6)$$

$$\theta = \frac{1}{8 \times 8} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 b(u, v) \dots \dots (7)$$

ここで、 $b(u, v)$ は変換係数 $F(u, v)$ に割当てられるビット数、 $\sigma(u, v)^2$ は変換係数 $F(u, v)$ の分散、 θ は平均のビット数である。

【0017】これにより、割当てるビット数 $b(u, v)$ と変換係数のダイナミックレンジ $L(u, v)$ から、量子化ステップ値 $Q(u, v)$ は次式によって決定することができる。

【0018】

$$Q(u, v) = \text{Int} [L(u, v) / 2^{b(u, v)}] \dots \dots (8)$$

ここで、 $\text{Int} []$ は整数化することを意味する。

【0019】図10に示す可変長符号化部106では、量子化係数105に対してハフマン符号化等の可変長符号化を行い、割当てられた可変長符号107が出力される。

【0020】多重化部108では、可変長符号を多重化して符号データ109を構成することにより、符号化動作が完了する。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】通常、スキャナ等で入力される画像中には、文字、写真などの異種領域が混在することが予想される。このような異なる領域に変換符号化を適用する場合、領域によって変換係数の電力分布は大きく異なる。

【0022】画像の特性に合わせて最適なビット配分を行う技術自体は、上記した「画像処理ハンドブック」に開示されているが、この文献に開示されている従来技術では、符号化すべき画像全体の平均的な特性に基づいてビット配分を決定していたので、異種領域ごとの特性の違いについては考慮されていなかった。したがって、写真画像中に文字部が含まれている場合においても、画像

* ないことから、原稿内容に対する適応化ができず、再現画質と符号化効率の改善を十分に両立させることが困難であるという問題があった。

【0015】そこでこの問題を解決するものとして、画像ごとの特性に合わせて、各変換係数の分散に基づいて最適なビット配分を決定することにより、画質及び圧縮効率の双方を改善する手法が、尾上守夫、「画像処理ハンドブック（9.3濃淡静止画像の符号化）」、株式会社昭晃堂発行、1987、p221に開示されている。この適応符号化におけるビット数の配分は、次式のように表せる。

【0016】

【数3】

※全体に対して求めた平均的なビット配分が適用されることになる。文字部では、エッジによって発生する高周波成分を保存するために多くのビット配分が必要となり、さらにエッジの方向によって高周波成分の分布が異なる。平均的なビット配分のみでは、これらの特性の違いに対応できず、文字画質の劣化を引き起こすという問題があった。

【0023】図14～図16は、水平方向に階調変化を有する画素ブロック（図14）、垂直方向に階調変化を有する画素ブロック（図15）、斜め方向に階調変化を有する画素ブロック（図16）のそれぞれについて、画素分布（図14（a）～図16（a））と変換係数の電力分布（図14（b）～図16（b））の対応を示すものである。図14～図16から判るように、入力ブロック中の階調変化の方向、振幅変化の大きさによって係数電力の分布が異なっている。したがって、変換符号化の場合には、入力ブロックの波形を分析することによって、変換係数の量子化特性を決定する適応符号化が画質、効率の観点から有望と考えられる。

40 【0024】本発明においては、入力ブロックごとの波形を階調変化の方向と振幅方向の特徴から分析する画素空間での波形分析手法を用いることにより効率が高く且つ画質の劣化が少ない適応符号化を実現することを目的とする。

【0025】

【課題を解決するための手段】本発明の画像信号の符号化装置においては、画像信号を複数の画素から成る $m \times n$ 画素（ m, n は正整数）の入力ブロックに分割するブロック抽出手段と、前記入力ブロックに直交変換を施して変換係数を得る直交変換手段と、量子化の特性を記憶

する量子化特性格納手段と、前記変換係数を前記量子化特性格納手段に記憶した特性で量子化して量子化係数を得る量子化手段と、前記量子化係数を可変長符号化する符号化手段と、可変長符号化の結果を多重化して符号データを得る多重化手段を備えた画像信号の符号化装置において、前記入力ブロックの波形を分析する波形分析手段を備えたことを特徴とする。

【0026】また、前記波形分析手段においては、前記入力ブロック内の各画素から平均値を減算する平均値分離手段と、前記平均値分離手段によって得られる平均値分離ブロックの階調変化の方向の特徴量を分析する第1の分析手段と、前記平均値分離ブロックの振幅方向の特徴量を分析する第2の分析手段と、前記第1の分析手段の分析結果と第2の分析手段の分析結果に基づいて前記入力ブロックの波形の特徴を判定する判定手段を備えたことを特徴とする。

【0027】

【作用】ブロック抽出手段では、画像信号を複数の画素から成る $m \times n$ 画素（ m, n は正整数）の入力ブロックに分割する。直交変換手段では、前記入力ブロックに直交変換を施し、変換係数を得る。波形分析手段では、前記入力ブロックの波形を分析する。量子化特性格納手段では、波形の分析結果に対応する量子化特性が設定される。量子化手段では、前記変換係数を量子化特性格納手段に設定された特性で量子化して量子化係数を得る。符号化手段では、前記量子化係数を可変長符号化し、多重化手段では、符号化結果を多重化して符号データを得る。

【0028】

【実施例】図1は、本発明の実施例の構成を示す図である。図において、図10の従来例と対応する部分には同一符号を付している。

【0029】図において、1は入力画像、3はブロック抽出部2によって入力画像より切り出された入力ブロック、13は後述する領域分析部7による入力ブロック3の分析結果である領域情報、101は直交変換部100によって入力ブロック3に（1）式に示す離散コサイン変換を施して得られる変換係数、103は量子化マトリクス格納部104に格納された量子化マトリクスのセットから領域情報13によって選ばれた量子化マトリクス、105は量子化部102によって変換係数101を量子化マトリクス103で量子化することによって得られる量子化係数、107は量子化係数105を可変長符号化して得られる可変長符号、109は可変長符号107を多重化した符号データである。また、2は入力画像1から画素の矩形領域である入力ブロック3を抽出するブロック抽出部、7は入力ブロック3の波形及び利得に関する分析を行い、結果を領域情報13として出力する領域分析部、100は入力ブロック3に対して離散コサイン変換を施す直交変換部、104は量子化マトリクス

を記憶し、領域情報13に対応する量子化マトリクス103を出力する量子化マトリクス格納部、102は変換係数101に対して量子化マトリクス103を用いて量子化を行う量子化部、106は量子化係数105を可変長符号化する可変長符号化部、108は可変長符号107を多重化して符号データ109を構成する多重化部である。

【0030】図2は、図1に示す領域分析部7の構成を説明する図である。

10 【0031】図において、3はブロック抽出部2によって切り出された $m \times n$ 画素（ m, n は正整数）の入力ブロック、6は平均値分離部4によって入力ブロック3の平均値を各画素から減じた平均値分離ブロック、18は波形分析部14によって平均値分離ブロック6の波形を分析した結果である波形情報、27は利得分析部20によって平均値分離ブロック6の利得を分析した結果である利得情報、13は、領域判定部12において、波形情報18と利得情報27に基づく領域判定の結果である領域情報である。また、4は入力ブロック3の平均値を計算し、各画素から平均値を減じて平均値分離ブロック6を得る平均値分離部、14は平均値分離ブロック6の波形を分析して波形情報18を出力する波形分析部、20は平均値分離ブロック6の利得情報を分析して利得情報27を出力する利得分析部、12は波形情報18と利得情報27から入力ブロック3の領域を判定して領域情報13を出力する領域判定部である。

30 【0032】図3は、図2に示す波形分析部14の構成図である。図において、16は形状分析部15によって選択された代表ベクトルを表す形状インデックス、18は波形マッピング・テーブル17が出力する波形情報である。また、15は代表的な波形情報を有する代表ベクトルのセットと $m \times n$ 画素から成るブロックである平均値分離ブロック6とのパターン・マッチングを行い、最も近い波形情報を持つ代表ベクトルを選ぶ形状分析部、17は形状インデックス16から波形情報18を得るための波形マッピング・テーブルである。

40 【0033】図3の形状分析部15は、例えば図4に示すように、予め用意された代表的な波形情報を有する代表ベクトル・セットと、分析対象ブロック（以後分析ブロックと呼ぶ）すなわち平均値分離ブロック6とのパターン・マッチングにより波形情報分析を行う。波形情報分析により、分析ブロックの階調変化の方向として形状インデックス16が得られる。

【0034】 $m \times n$ 画素の分析ブロックを $x = \{x_i \mid i = 1, 2, \dots, m \times n\}$ 、 k 個の代表ベクトルからなる代表ベクトル・セットを $Y = \{y_i \mid i = 1, 2, \dots, k\}$ とすると、パターン・マッチングは以下の式で定義できる。

50 【0035】
$$d(x, y_i) = \min \{d(x, y_i)\} \quad (\text{全ての})$$

i に対して)

($i = 1, 2, \dots, k$)

ここで、 $d(x, y_i)$ は x と y_i との歪み測度であり、2 乗歪み等で定義される。p は代表ベクトルのインデックスすなわち形状インデックス 16 であり、p の表す代表ベクトル y_p が、分析ブロックに最も近い波形情報を持つ代表ベクトルとして選択されたことを示している。

【0036】以下、波形分析に関する動作について説明する。

【0037】代表ベクトルのセットは、水平、垂直、その他の方向をもつ階調変化に対して主成分分析を行うことによって設計する。代表ベクトルのセットを記憶するメモリの削減のために、パターンマッチングは部分ブロックに分割して行われる。例えば、入力ブロック 3 が 8×8 のサイズであれば、 4×4 画素の 4 つの部分ブロックごとにパターンマッチングが行われる。部分ブロックごとに得られた 4 つの形状インデックスは、 8×8 画素の入力ブロック中の 4×4 画素ブロックの 2 次元の波形の特徴を表している。これらの 4 つのインデックスは、

【0038】図 5 は、図 2 に示す利得分析部 20 の構成 *

$$\sigma^2 = \left(\sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} x_{ij}^2 \right) / (m \times n) \quad \dots \quad (9)$$

あるいは、

※ ※ 【数 5】

$$\sigma = \left(\sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |x_{ij}| \right) / (m \times n) \quad \dots \quad (10)$$

ここでは、以後、分散値 σ を用いて説明する。

【0043】図 5 のヒストグラム計数器 24 は、図 6 に示すように、分散値 σ により平均値分離ブロック 6 を閾値処理して頻度を計数する。すなわち、閾値を $\pm \sigma/a$ に設定し、 $-\sigma/a$ 未満、 $-\sigma/a$ 以上かつ σ/a 以下、 σ/a より大きい範囲の 3 か所で頻度を計数する。ここで a は 0 でない正の実数であり、本実施例では、例えば $a = 3$ とする。3 か所で計数した頻度値をそれぞれ H_{-1} 、 H_0 、 H_1 とする。図 6 に示すように、 H_{-1} 、 H_0 、 H_1 から、ヒストグラムが単峰分布 (同図 (a) 参照) かあるいは双峰分布 (同図 (b) 参照) かを判断し結果をヒストグラム情報 25 として得る。例えば、 $H_{-1} \leq H_0$ かつ $H_0 \geq H_1$ かつの場合に単峰分布であり、その他の場合に双峰分布であると判断する。

【0044】一般的に文字領域の場合には、文字色と背景色に相当する位置にヒストグラムのピークが現れることから、双峰分布の場合は文字領域と判定することがで

* 図である。図において 23 は分散算出器 22 が出力する分散値、25 はヒストグラム計数器 24 が出力するヒストグラム情報、27 は利得情報、31 は平均値分離ブロック 6 内の最大値と最小値の比率であるダイナミックレンジ比である。22 は平均値分離ブロック 6 の $m \times n$ 画素の値の分散値を算出する分散算出器、24 は平均値分離ブロック 6 の $m \times n$ 画素の値の頻度分布を計数するヒストグラム計数器、30 は平均値分離ブロック 6 内の最大値と最小値を検出し、最大値と最小値の比率を算出する最大最小検出器、26 は分散値 23、ヒストグラム情報 25、およびダイナミックレンジ比 31 から利得情報 27 を得るための利得マッピング・テーブルである。

【0039】以下、利得分析に関する動作について説明する。

【0040】図 5 の利得分析部 20 は、平均値分離ブロック 6 の振幅、画素値の頻度分布、最大値と最小値の比率を分析し、その結果から入力ブロック 3 が、文字部のブロックであるか写真領域のブロックであるかを判定する。利得情報分析は、平均値分離ブロック 6 を構成する $m \times n$ 画素の値の分散値 σ^2 の計算、ヒストグラムの計数、最大値と最小値の比率によって行われる。

【0041】図 5 の分散算出器 22 は、平均値分離ブロック 6 を構成する $m \times n$ 画素の値の分散値 σ^2 すなわち分散値 23 を算出する。平均値を分離した $m \times n$ 画素の分散値は次式で定義される。

【0042】

【数 4】

★ きる。

【0045】最大最小検出器 30 では、最大値と最小値の比率であるダイナミックレンジ比 r が次式に基づいて計算される。

【0046】

$$r = \max \{x_{ij}\} / \min \{x_{ij}\}, \quad (i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n) \quad \dots \quad (11)$$

文字領域において、ブロック境界に文字等のエッジの一部がかかっている場合には、背景色の画素数と文字色の画素数が著しく異なるため、分散、ヒストグラムによって判定を誤る場合がある。ダイナミックレンジ比 r を導入することにより、 r が大きい場合には、ブロック境界に文字等のエッジの一部がかかっていると判定される。これにより写真領域との判定誤りを回避できる。

【0047】図 5 の利得マッピング・テーブル 26 は、分散値 23、ヒストグラム情報 25、およびダイナミックレンジ比 31 から、文字領域、写真領域の識別結果で

ある利得情報 27 を得る。

【0048】図 7 に利得マッピング・テーブル 26 における領域判定の木構造の例を示す。それぞれの節において、ヒストグラム情報 25、分散値 23、およびダイナミックレンジ比 31 に対して閾値処理を行い、分岐の判定を行う。すなわち、ヒストグラムが双峰の分布を示す場合には文字と判定し、ヒストグラムが単峰の分布でブロック内分散が大と判定された場合には、写真領域と判定する。ヒストグラムが単峰の分布であり、ブロック内の分散が小と判定された場合には、更にダイナミックレンジの比の大小により、文字と写真領域とを区別する。判定基準となる各節での閾値は、入力される画像の特性に対して設定する。なお、ここでは、ヒストグラム情報 25、分散値 23、およびダイナミックレンジ比 31 のそれぞれを単一の閾値で判定する場合について説明したが、閾値の数はこれに限るものではない。したがって、各節での分岐の数も 2 に限定されるものではなく、さらに多くの分岐を持つ木構造を構成することも可能である。

【0049】利得分析部 20 で得られた利得情報 27 は、先に説明した波形分析部 14 からの波形情報 18 とともに図 2 の領域判定部 12 に供給される。

【0050】領域判定部 12 では、上述した波形分析と利得分析の結果である波形情報 18 と利得情報 27 から領域情報 13 を決定する。

【0051】領域情報 13 は、文字領域、写真領域の区別を表す情報と、それぞれの領域での階調変化の方向を示す情報から構成される。

【0052】次に、領域情報 13 に基づく適応符号化について説明する。

【0053】図 1 に示す実施例においては、上述した手順によって得られた領域情報 13 によって量子化マトリクス 13 が切り替えられる。これは、量子化マトリクス格納部 104 において行われる。

【0054】量子化マトリクス格納部 104 に格納される量子化マトリクスは、事前に作成されている必要がある。これは例えば、従来例で説明した「画像処理ハンドブック」に開示されている手法を、分離された領域ごとに適用すればよい。

【0055】図 8 には、実際の画像に対して振幅方向の特徴に基づいて写真領域と文字領域の分離を行い、文字領域については階調変化の方向でさらに垂直、水平、斜め、その他の 4 通りに分離する例を示す。図 9 は、図 8 のように写真領域と 4 通りの文字領域に分割されたそれぞれの領域に対して設計した 5 種類の量子化マトリクスの例である。図 9 (a) が写真領域に対応し、同図 (b), (c), (d), (e) がそれぞれ垂直、水平、斜め、その他の各方向の階調変化を有する文字領域に対応している。ここでは量子化マトリクス 13 をブロックあたりに配分されるビット数の総計が等しくなるよ

うに設計した。また、直流に対する量子化ステップ値はいずれも等しく設定している。

【0056】このように、予め領域に対応する量子化マトリクス（量子化特性）を決定しておくことにより、実際に符号化するとき、入力ブロックの領域判定結果に応じて量子化特性を切り替える適応符号化方式が実現できる。

【0057】なお、量子化後の可変長符号化の手順については従来技術と同様であるので省略する。

10 【0058】復号側においては、この適応化の情報が必要であるため、図 1 の多重化部 108 において、領域情報 13 は符号データ 109 に多重化される。8 通りの適応化の場合、識別のために 1 ブロックあたり 3 ビットを追加すればよい。

【0059】以上、実施例においては、領域分析の結果に基づいて量子化マトリクスを変更する手法について説明してきたが、他の適応化についても可能である。

20 【0060】例えば、従来例では図 12 に示すジグザグスキャンのみによって、係数列の一次元化を行っていたが、分離された領域ごとにスキャンの順序を設定することも可能である。とくに階調変化の方向によって領域分離された場合には、電力の集中する係数が異なるので、電力の集中する係数を優先的にスキャンする経路を与えることが符号化効率の点で望ましい。

【0061】また、可変長符号化に用いる符号表についても、分離された領域ごとに設定することが可能である。

30 【0062】復号側においては、スキャン順序、可変長符号表とも、符号データ中の領域情報に基づいて切り替えることができる。

【0063】

【発明の効果】以上、本発明においては、符号化すべき画像信号に対して領域分析を行い、領域分析の結果に対応する量子化マトリクスを符号化に用いるようにしている。これにより、写真画像の一部に文字が存在するような場合でも、文字に対しては文字の特性に適した量子化特性を用いて符号化が行われるので、文字のエッジ部の画質を大幅に改善することができる。

【図面の簡単な説明】

40 【図 1】 本発明の実施例の構成図である。

【図 2】 領域分析部の構成図である。

【図 3】 波形分析部の構成図である。

【図 4】 波形情報分析の説明図である。

【図 5】 利得分析部の構成図である。

【図 6】 利得情報分析の説明図である。

【図 7】 領域分離の判定の木構造を示す説明図である。

【図 8】 領域分割を説明する図である。

50 【図 9】 領域別に設計した量子化マトリクスを示す図である。

【図10】 従来例の構成図である。

【図11】 ブロック抽出の説明図である。

【図12】 ジグザグスキャンを説明する図である。

【図13】 量子化マトリクスの例を示す図である。

【図14】 水平方向に階調変化を有する画素ブロックの画素の分布と係数電力分布の対応を示す図である。

【図15】 垂直方向に階調変化を有する画素ブロックの画素の分布と係数電力分布の対応を示す図である。

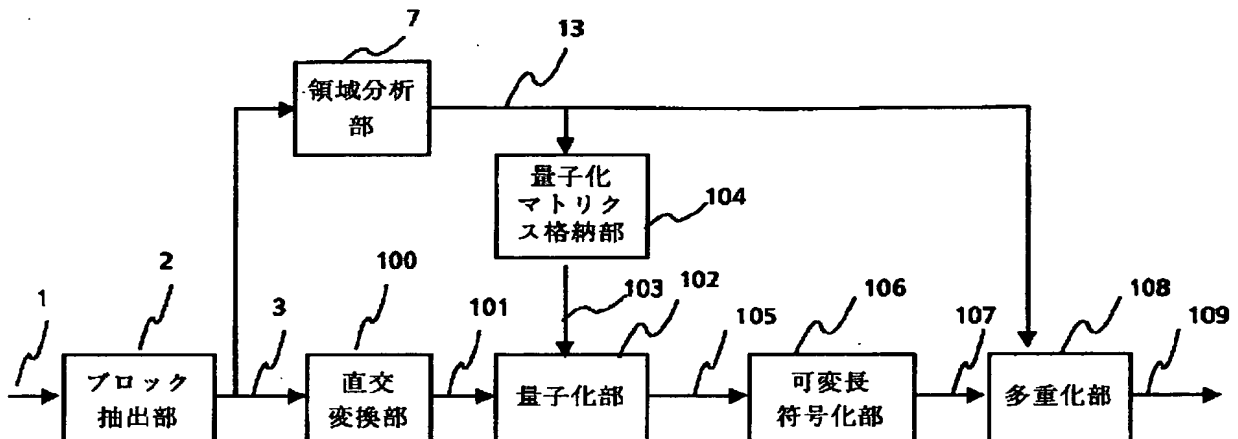
【図16】 斜め方向に階調変化を有する画素の分布と係数電力分布の対応を示す図である。

【符号の説明】

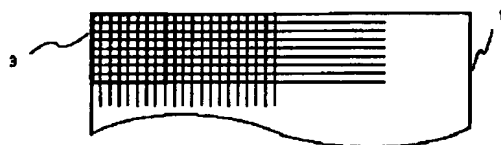
1…入力画像、2…ブロック抽出部、3…入力ブロック、4…平均値分離部、6…平均値分離ブロック、7… *

* 領域分析部、12…領域判定部、13…領域情報、14…波形分析部、15…形状分析部、16…形状インデックス、17…波形マッピング・テーブル、18…波形情報、20…利得分析部、22…分散算出器、23…分散値、24…ヒストグラム計数器、25…ヒストグラム情報、26…利得マッピング・テーブル、27…利得情報、30…最大最小検出器、31…ダイナミックレンジ比、100…直交変換部、101…変換係数、102…量子化部、103…量子化マトリクス、104…量子化マトリクス格納部、105…量子化係数、106…可変長符号化部、107…可変長符号、108…多重化部、109…符号データ

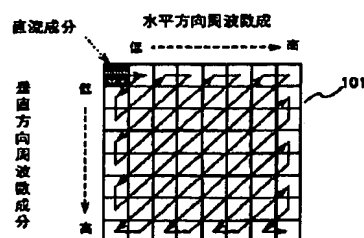
【図1】



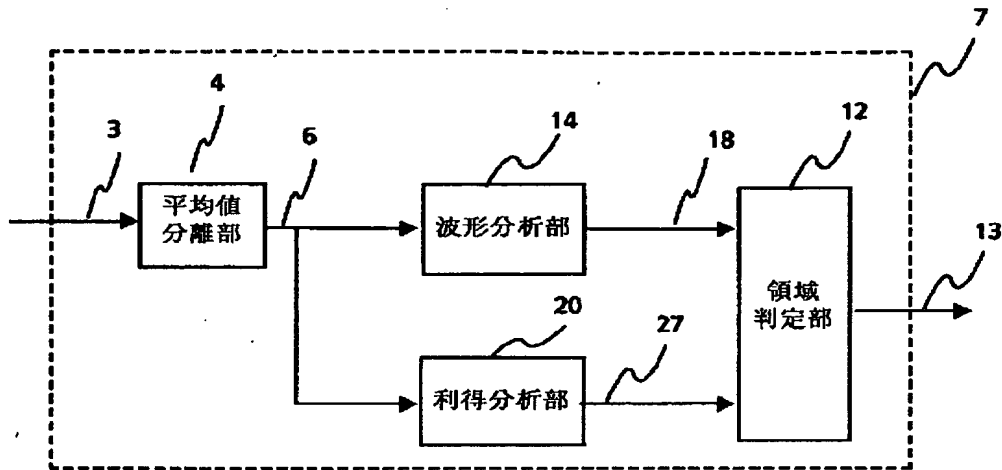
【図11】



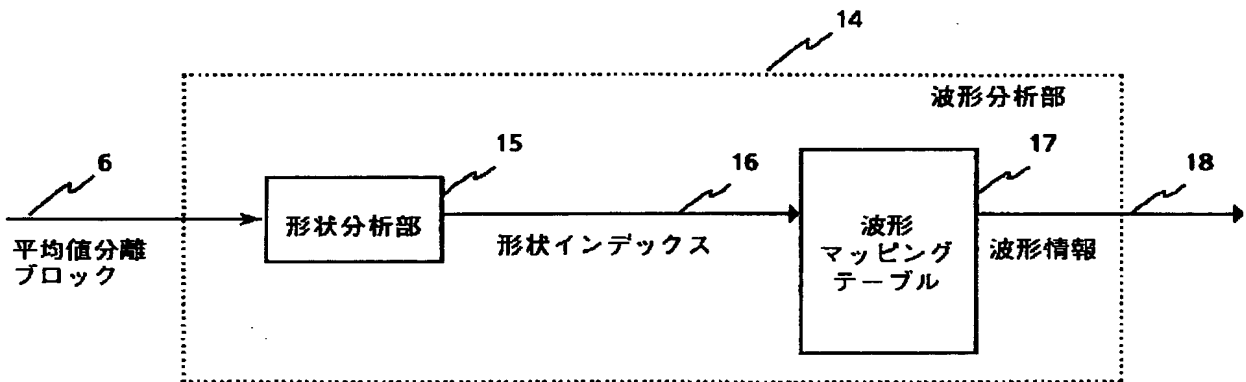
【図12】



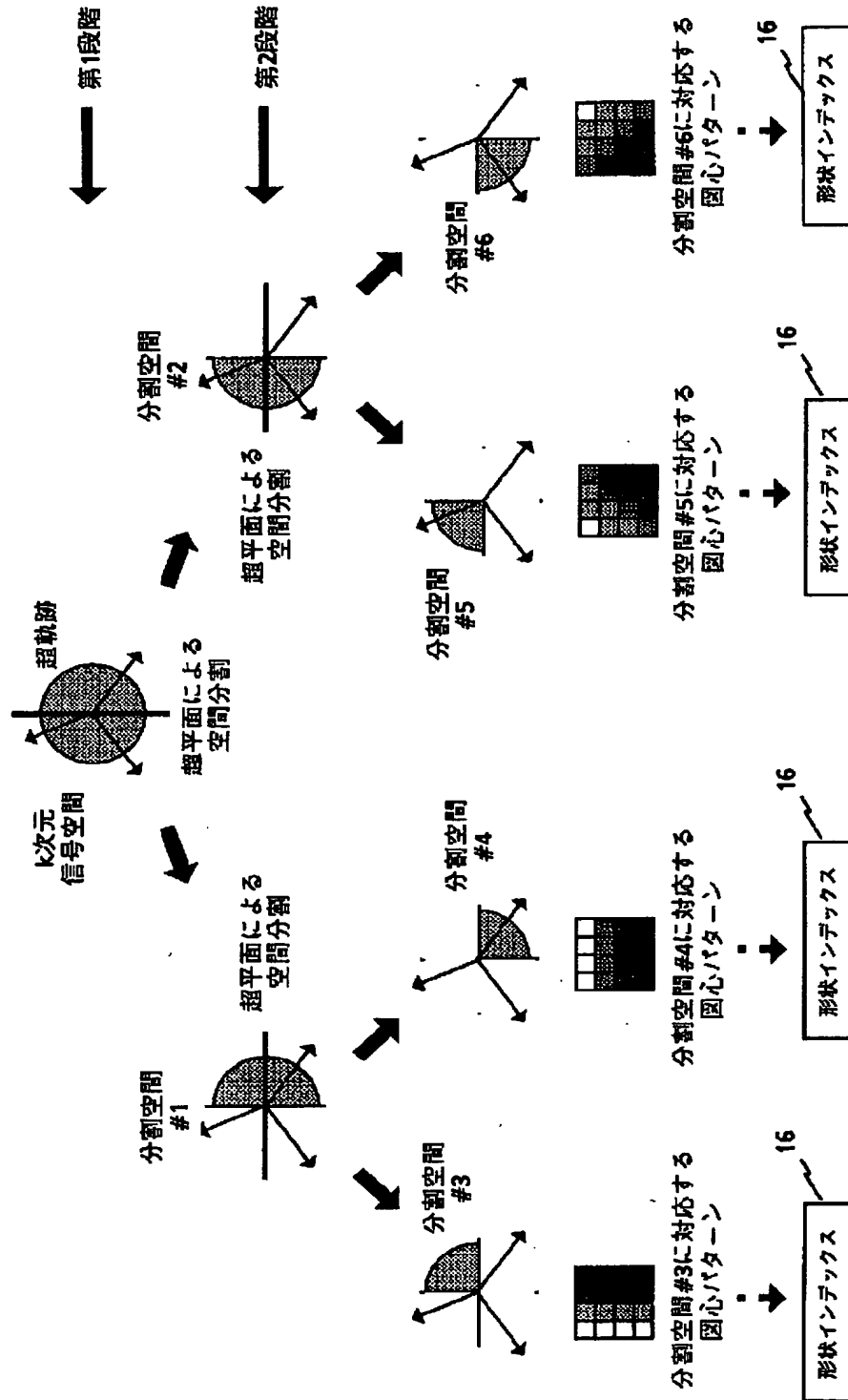
【図2】



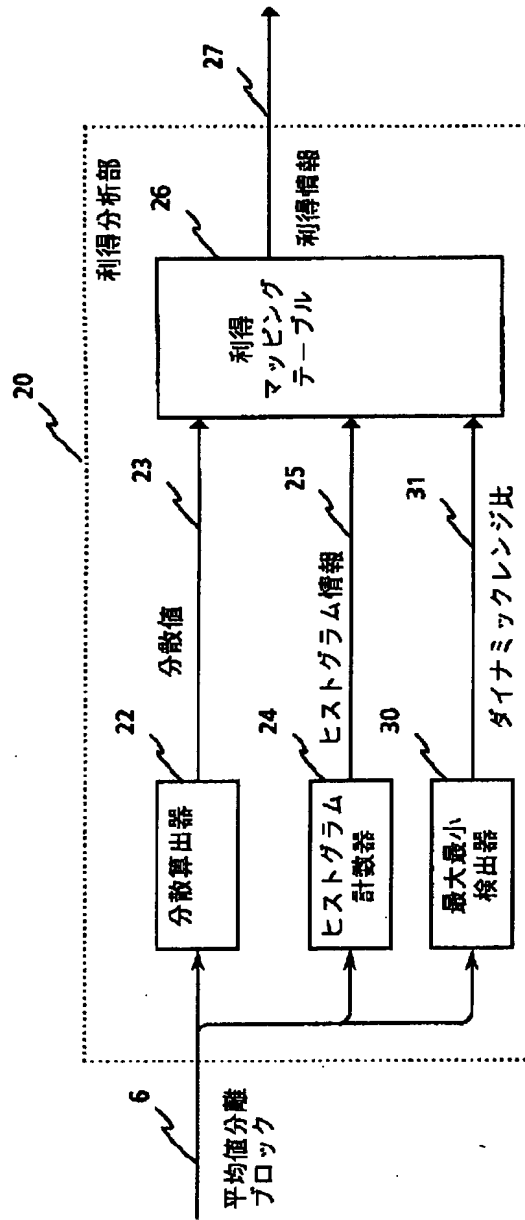
【図3】



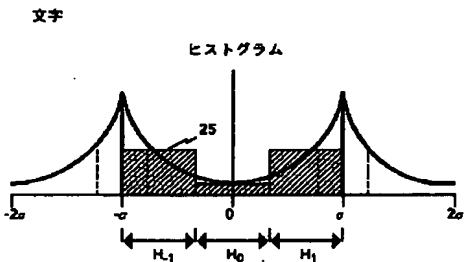
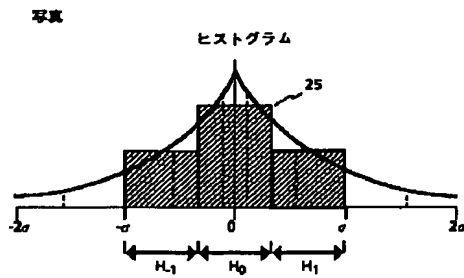
【図4】



【図5】



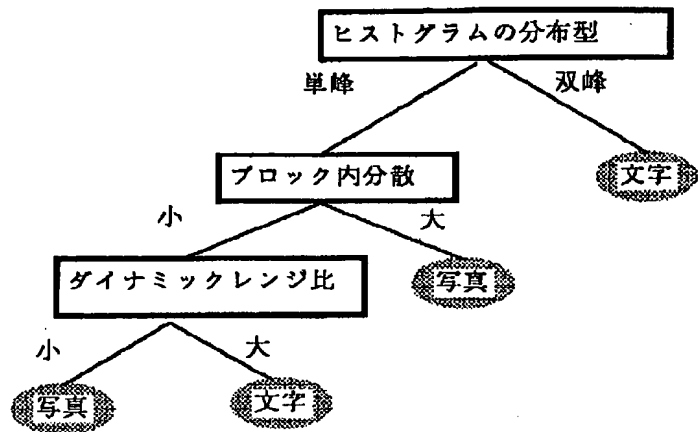
【図6】



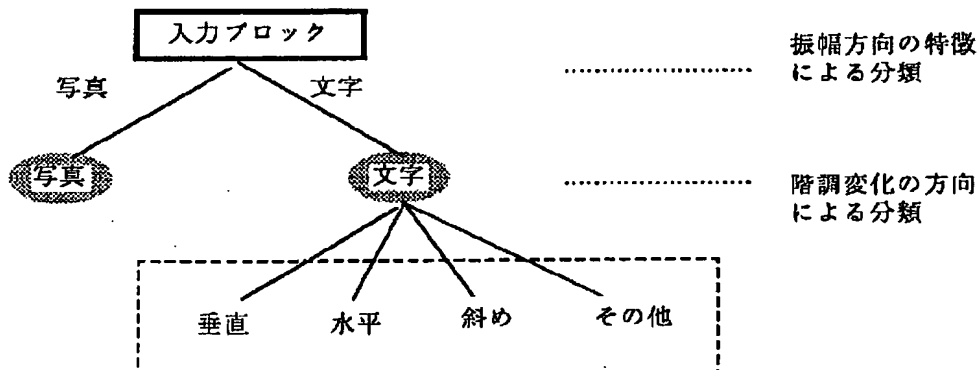
σ: ブロック分散

(b)

【図7】



【図8】



【図9】

(a) 写真

16	24	32	38	44	52	60	65
26	33	38	43	49	58	64	69
34	39	42	47	53	61	66	70
41	45	48	53	59	66	70	72
48	51	54	60	64	69	71	72
57	61	63	67	69	73	73	75
64	67	67	70	70	73	73	74
68	71	70	72	73	74	75	77

(b) 垂直

16	32	51	58	67	81	94	106
12	30	50	56	65	84	96	102
15	32	54	60	72	86	98	107
17	36	53	69	79	93	105	111
22	40	56	73	81	95	110	114
29	45	61	77	89	104	113	116
31	51	63	79	93	103	114	114
35	56	69	86	99	110	121	124

(c) 水平

16	12	15	20	25	31	37	44
28	27	31	32	38	46	52	63
55	49	47	49	53	55	60	69
57	54	60	63	72	72	68	76
63	59	67	76	83	89	91	94
77	75	88	95	100	105	106	109
100	94	98	104	108	113	117	124
95	93	105	113	116	122	123	127

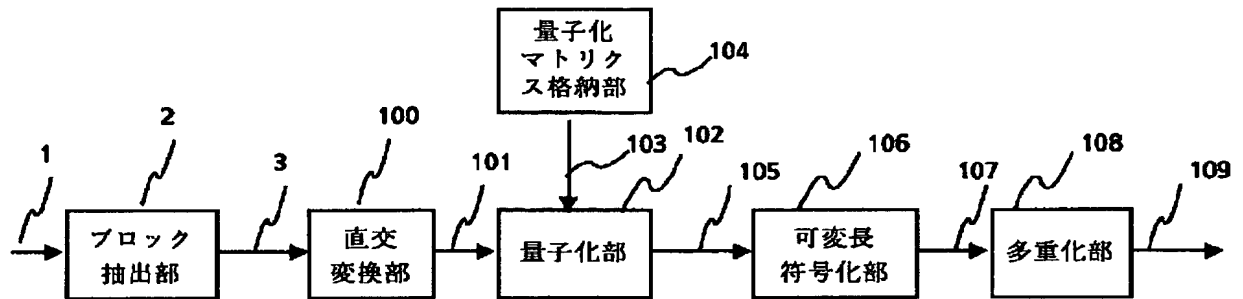
(d) 斜め

16	18	31	45	59	74	88	104
18	20	27	39	54	69	83	99
30	27	31	40	52	69	87	103
43	38	40	44	51	62	82	100
56	52	52	52	55	65	77	94
69	64	65	62	64	70	80	90
83	77	79	78	77	82	87	94
106	97	99	99	94	91	97	99

(e) その他

16	19	25	33	44	54	66	74
19	25	31	40	52	62	77	87
25	32	37	46	56	67	81	90
30	40	47	53	62	72	83	93
38	50	56	63	72	82	91	99
47	61	66	73	81	89	99	106
55	70	77	84	89	98	110	116
60	78	86	92	99	105	113	121

【図10】



【図13】

$$Q(u,v) = \begin{bmatrix} 16 & 11 & 10 & 16 & 24 & 40 & 51 & 61 \\ 12 & 12 & 14 & 19 & 26 & 58 & 60 & 55 \\ 14 & 18 & 16 & 24 & 40 & 57 & 69 & 56 \\ 14 & 17 & 22 & 29 & 51 & 87 & 80 & 62 \\ 18 & 22 & 37 & 56 & 68 & 109 & 103 & 77 \\ 24 & 35 & 55 & 64 & 81 & 104 & 113 & 92 \\ 49 & 64 & 78 & 87 & 108 & 121 & 120 & 101 \\ 72 & 92 & 95 & 98 & 112 & 100 & 103 & 99 \end{bmatrix}$$

【図14】

0	30	60	90	120	150	180	210
0	30	60	90	120	150	180	210
0	30	60	90	120	150	180	210
0	30	60	90	120	150	180	210
0	30	60	90	120	150	180	210
0	30	60	90	120	150	180	210
0	30	60	90	120	150	180	210
0	30	60	90	120	150	180	210

(a)

-184	-547	0	-57	0	-17	0	-4
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

(b)

【図15】

0	0	0	0	0	0	0	0
30	30	30	30	30	30	30	30
60	60	60	60	60	60	60	60
90	90	90	90	90	90	90	90
120	120	120	120	120	120	120	120
150	150	150	150	150	150	150	150
180	180	180	180	180	180	180	180
210	210	210	210	210	210	210	210

(a)

- 1 8 4	0	0	0	0	0	0	0
- 5 4 7	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
- 5 7	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
- 1 7	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
- 4	0	0	0	0	0	0	0

(b)

【図16】

40	40	40	40	40	40	40	40
40	40	40	40	40	40	40	200
40	40	40	40	40	40	200	200
40	40	40	40	40	200	200	200
40	40	40	40	200	200	200	200
40	40	40	200	200	200	200	200
40	40	200	200	200	200	200	200
40	200	200	200	200	200	200	200

(a)

- 144	- 364	0	- 38	0	- 11	0	- 3
- 364	80	167	0	30	0	9	0
0	167	- 80	- 95	0	- 19	0	- 4
- 38	0	- 95	80	61	0	12	0
0	30	0	61	- 80	- 41	0	- 6
- 11	0	- 19	0	- 41	80	26	0
0	9	0	12	0	26	- 80	- 14
- 3	0	- 4	0	- 6	0	- 14	80

(b)

 フロントページの続き

(72)発明者 木村 俊一
 神奈川県海老名市本郷2274番地富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 上澤 功
 神奈川県海老名市本郷2274番地富士ゼロックス株式会社内